

Studier över skogens näringsförhållanden

Studies on Forest Nutrition

IV. Effekten av kalium- och fosfortillförsel till ett
oväxtligt bestånd på dikad myr

*IV. The Effects of Supply of Potassium and Phosphorus to a
Poor Stand on Drained Peat*

av

CARL OLOF TAMM

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 46 • NR 7

Förord

Det försök för vilket detta arbete utgör en första redogörelse, utgör ett led i det arbete på utforskandet av skogens näringstillstånd, som sedan länge bedrivits på avdelningen för botanik och marklära vid Statens skogsforskningsinstitut. Jag vill i detta sammanhang i första hand tacka professor Carl Malmström, som har givit mig i uppdrag att lägga ut försöket och ställt värdefullt material till mitt förfogande, samt tillåtit mig att omnämna resultaten av hans egna försök på likartad mark. Försöksområdet har ställts till förfogande genom välvilligt tillmötesgående av skogsförvaltaren i Korsnäs AB, Gunnar Grantinger. Fil. mag. Tord Ingmar har lämnat värdefulla upplysningar om området, och fil. kand. Torsten Ingestad har deltagit i planeringen och utläggningen av försöket. Uppskattningen av beståndet på försöksytorna har gjorts av ett lag från institutets avdelning för produktionsforskning under ledning av skogsvaktare Karl-Erik Rogberg. Flertalet kemiska analyser av växtprover har utförts av ingenjörerna Britta Alverin, Anne-Marie Robsahm och Sigrid Santesson; magnesiumbestämningarna har dock utförts av fil. kand. fru Karin Knutson med av henne utexperimenterad metod. Till samtliga dessa vill jag rikta ett varmt tack.

Stockholm i mars 1956.

Carl Olof Tamm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
Inledning.....	5
Försöksområdet.....	10
Gödslingsförsöket.....	14
Blad- och barranalysundersökningar.....	17
Diskussion.....	20
Synpunkter på gödsling av skog på kaliumfattiga torvmarker.....	22
Sammanfattning.....	24
Litteraturförteckning.....	24
Summary in English.....	26

Inledning

I det arbete på utforskandet av torvmarkernas näringstillstånd och dess betydelse för skogsväxten på dikade myrar som sedan början på 1930-talet har bedrivits på avdelningen för botanik och marklära (tidigare naturvetenskapliga avdelningen) vid Statens skogsforskningsinstitut (Malmström 1935, 1952), har länge en del morfologiska egenskaper hos träden på vissa näringsfattiga lokaler observerats. Sålunda förekommer på en del kalkrika myrar starkt gulbarriga granar och tallar. Det kunde förmodas att denna gulbarrighet eller kloros var att uppfatta som symptom på näringsbrist av något slag, och en närmare undersökning var sålunda påkallad. I föreliggande uppsats framlägges några preliminära resultat från ett gödslingsförsök på en sådan myr, Films Kyrkebymosse, där kloros på gran uppträder allmänt, och även övriga trädslag företer vissa sjukdomssymptom. Symptomen ifråga har tidigare uppmärksamats av professor Malmström bl. a. på en sedan länge dikad torvmark, Herrgårdsmossen vid Salsta i Uppland. Malmström har där också anlagt ett ännu ej publicerat gödslingsförsök med delvis samma syfte som det här beskrivna; orsaken till att försöket på Kyrkebymossen nu publiceras är att det även ingår som ett viktigt led i de undersökningar över sambandet mellan näringshalten i barr och blad å ena sidan och trädens tillväxt å den andra, vilka bedrivits på avdelningen sedan 1949 (se Tamm 1954, 1956).

Granklorosen på Herrgårdsmossen och Kyrkebymossen består i en gulfärgning av fjolårsbarr och äldre barr, medan årsbarren brukar anta normal mörkgrön färg så snart de har vuxit ut på sommaren (fig. 1 och 2). I motsats mot barr som gulnar av ålder brukar de sjuka barren icke falla av i någon mera påfallande utsträckning; i varje fall brukar de sjuka kvistarna ha åtskilliga årgångar gula barr, ibland med något varierande färg från årgång till årgång. Det händer t. ex. att treåriga barr är grönare än tvååriga, dock utan att vara lika gröna som årsbarren. Symptomen brukar vara utbredda över hela trädet, om också med något varierande styrka. Däremot kan till synes friska träd växa nära intill de sjuka. Så länge klorosen är lindrig brukar granarnas tillväxt icke vara alltför mycket nedsatt, men i svårare fall upphör den helt; eventuellt dör trädet så småningom. Fig. 1 visar en lokal med kloros av måttlig styrka på granunderväxten; fig. 2 återger en kvist med typiska symptom. En färgbild av en liknande kvist har publicerats i annat sammanhang (Tamm & Ingestad 1955).



Fig. 1. Björkbestånd på dikad torvmark, där granunderväxten är klorotisk, medan björkarna ännu ej ser sjuka ut.
Birch stand on drained peat, with chlorotic spruces.

Foto förf. 1.7.1955. S. Långmossen nära Rimbo.

På de lokaler där denna grankloros uppträder mer eller mindre allmänt brukar även tallar och björkar förete vissa symptom och tillväxtrubbningar, fastän mindre utpräglade än hos granen. Tallarna är ofta något gulbarriga, även om det på hösten och vintern kan vara svårt att avgöra vad som är sjukdomssymptom och vad som är normal vinterfärgning. Björkbladen har åtminstone på vissa träd en gulgrön eller brunaktig färgning mot kanten (fig. 3). Beträffande alla tre trädslagen gäller att tillväxten ofta är sämre än man skulle vänta sig på grundval av en ytlig bedömning av lokalen, t. ex. när det rör sig om väl dränerad, högförmultnad kärrtorv med en tämligen krävande vegetation.

Prover av björkblad och tall- och granbarr har insamlats vid flera tillfällen från Herrgårdsmossen vid Salsta under åren 1951—1953. Dels har proven tagits på en helt orörd yta, dels på en yta där markägaren, friherre Per Erik von Essen, några år tidigare låtit sprida en mindre kvantitet träaska, en åtgärd till vilken han fått impulsen från Malmströms (1952 m. fl. arbeten) lyckade gödslingsförsök. På Salsta hade dock gödslingen med träaska till



Fig. 2. Grankvist från starkt klorotisk och tillväxthämmad gran på Salsta. Ca $\frac{3}{4}$ skala.
Strongly chlorotic spruce branch from Salsta.

Foto förf. 19.8.1953.

synes ej påverkat utbredningen av granklorosen. Resultaten av analyserna av Salsta-proven återfinnes i tab. 1, där även resultaten av analyser av prov från några andra lokaler med liknande sjukdomssymptom återges. Beträffande de kemiska analysmetoderna må här hänvisas till tidigare arbeten, där flertalet metoder beskrivits (Tamm 1953, jämför även Tamm 1956). De flesta kalciumbestämningarna på växtprover får anses vara av orienterande karaktär, eftersom de är utförda lågfotometriskt och närvaron av fosfat i proven stör lågfotometrisk kalciumbestämning. 1955 års björkprover (tab. 5) är emellertid fällda som oxalat före lågfotometreringen. I torvproven är däremot kalciumhalterna bestämda gravimetriskt. Med undantag av när det gäller undertryckta granar är samtliga prov tagna från väl exponerade grenar. Proven har i regel lufttorkats.

I jämförelse med analyser av prov från andra håll (t. ex. de värden som framläggs i Tamm 1954 och 1956) framstår såväl Salsta-proven som flertalet övriga prov i tab. 1 som fattiga på kalium och fosfor, men tämligen rika på kväve och kalcium. Enligt uppgift av professor Malmström är torven på

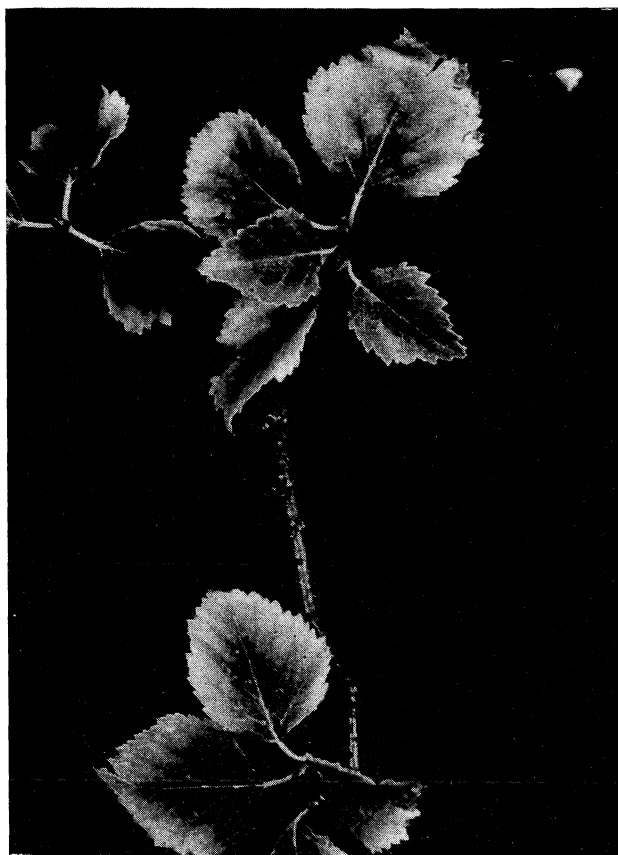


Fig. 3. Björkblad från Salsta med bristsymptom. Ca $\frac{3}{4}$ skala.
Birch leaves from Salsta with deficiency symptoms.

Foto förf. 15.8.1951.

Salsta (de översta 20 cm) också fattig på fosfor och kalium, men innehåller mycket kväve och kalcium.

Resultaten av torv- och även växtanalyserna föranledde professor Malmström att våren 1953 lägga ut en försöksyta på Herrgårdsmossen, vilken erhöth thomasfosfat och kaliumsulfat i rätt höga givor. Redan på eftersommaren samma år var granklorosen helt försvunnen inom den gödslade ytan; granarna var samtliga friskt mörkgröna, medan tillståndet utanför ytan var oförändrat. Senare har granarnas tillväxt ökat starkt inom ytan; även markvegetationen har blivit yppigare.

Tabell 1. Växtnäringsinnehållet i björkblad (nr 1—4), i granbarr (nr 5—17) och i tallbarr (nr 18—20) från dikade torvmarker med klorotiska granar.

Contents of plant nutrients in foliage samples from sites with chlorotic spruces.

Provnr Sample No.	Lokal och provbeskrivning Locality and Description of Sample	Insamlings- datum Date of Sampling	Näringsinnehåll i procent av torrvikten Nutrient Content, Per Cent of Dry Weight					
			N	P	K	Ca	Mn	Fe
1	Salsta, björklöv från ogödslad yta Birch leaves, control plot	14.8.1951	2,61	0,077	0,34	0,88	0,084	0,004
2	Salsta, som 1 men från svagt trä- askegödslad yta..... As No. 1, plot with some wood-ash added	14.8.1951	2,38	0,092	0,32	0,84	0,054	0,005
3	Salsta, som 1..... As No. 1	18.8.1953	2,70	0,083	0,31	1,06	—	—
4	Salsta, som 2..... As No. 2	18.8.1953	2,63	0,088	0,30	1,06	—	—
5	Salsta, fjolårsbarr av gran, eljest som 1..... 1½-year-old spruce needles, otherwise as No. 1	7.10.1952	1,49	0,086	0,15	0,77	0,056	0,002
6	Salsta, fjolårsbarr av gran, eljest som 2..... 1½-year-old spruce needles, otherwise as No. 2	7.10.1952	1,42	0,114	0,23	0,81	0,064	0,004
7	Salsta, fjolårsbarr av gran, som 5 As No. 5	1.10.1953	1,52	0,102	0,18	0,90	—	—
8	Salsta, som 7, men från smågranar As No. 7, but from small spruces	1.10.1953	1,71	0,095	0,21	0,84	—	—
9	Kyrkebymossen, fjolårsbarr av gran, yta »0»..... Plot »0», 1½-year-old spruce needles	20.11.1953	1,38	0,110	0,17	0,60	—	—
10	Botarbo, fjolårsbarr av gran.... 1½-year-old spruce needles	Jan. 1955	1,38	0,187	0,17	0,88	—	—
11	Nolmyra, fjolårsbarr av gran... 1½-year-old spruce needles	Jan. 1955	1,31	0,132	0,13	1,04	—	—
12	Salsta, som 7, men årsbarr.... As No. 7, but current needles	1.10.1953	1,46	0,137	0,23	0,52	—	—
13	Salsta, som 8, men årsbarr.... As No. 8, but current needles	1.10.1953	1,62	0,114	0,26	0,54	—	—
14	Salsta, som 13, men gulare granar As No. 13, but from the yellowest spruces	1.10.1953	1,44	0,12	0,15	0,51	—	—
15	Kyrkebymossen, som 9, men års- barr..... As No. 9, but current needles	20.11.1953	1,43	0,158	0,25	0,43	—	—
16	Botarbo, som 10, men årsbarr.. As No. 10, but current needles	Jan. 1955	1,54	0,210	0,18	0,48	—	—
17	Nolmyra, som 11, men årsbarr.. As No. 11, but current needles	Jan. 1955	1,37	0,160	0,12	0,61	—	—
18	Salsta, fjolårsbarr av tall, eljest som 1..... 1½-year-old pine needles, otherwise as No. 1	7.10.1952	1,94	0,12	0,27	0,46	0,052	0,011
19	Salsta, fjolårsbarr av tall, som 18 1½-year-old pine needles, as No. 18	1.10.1953	1,96	0,117	0,29	0,36	—	—
20	Kyrkebymossen, yta 881: II, fjol- årsbarr av tall..... Plot 881: II, 1½-year-old pine needles	20.11.1953	1,62	0,11	0,17	0,53	—	—

Försöksområdet

Hösten 1953 gjorde professor Malmström några exkursioner till det s. k. Floran-området, ett stort, ännu odikat myrkomplex i norra Uppland, samt till för skogsväxt dikade marker i samma trakt (Malmström 1953). Härvid påträffades stora arealer ungskog, där beståndet företedde samma anblick som på Herrgårdsmossen vid Salsta: klorotiska granar, allmän oväxtlighet hos tall och björk. På en av dessa exkursioner fick författaren till denna uppsats medfölja.

Inom ett av de besökta områdena, Films Kyrkebymosse, var beståndets tillstånd ännu sämre än på Salsta Herrgårdsmosse. Som beståndet därtill var mycket jämnt, ansåg professor Malmström det angeläget att här anlägga ytterligare försök, vartill han också utverkade tillstånd av skogsförvaltare Gunnar Grantinger i Korsnäs AB, under vars förvaltning en stor del av

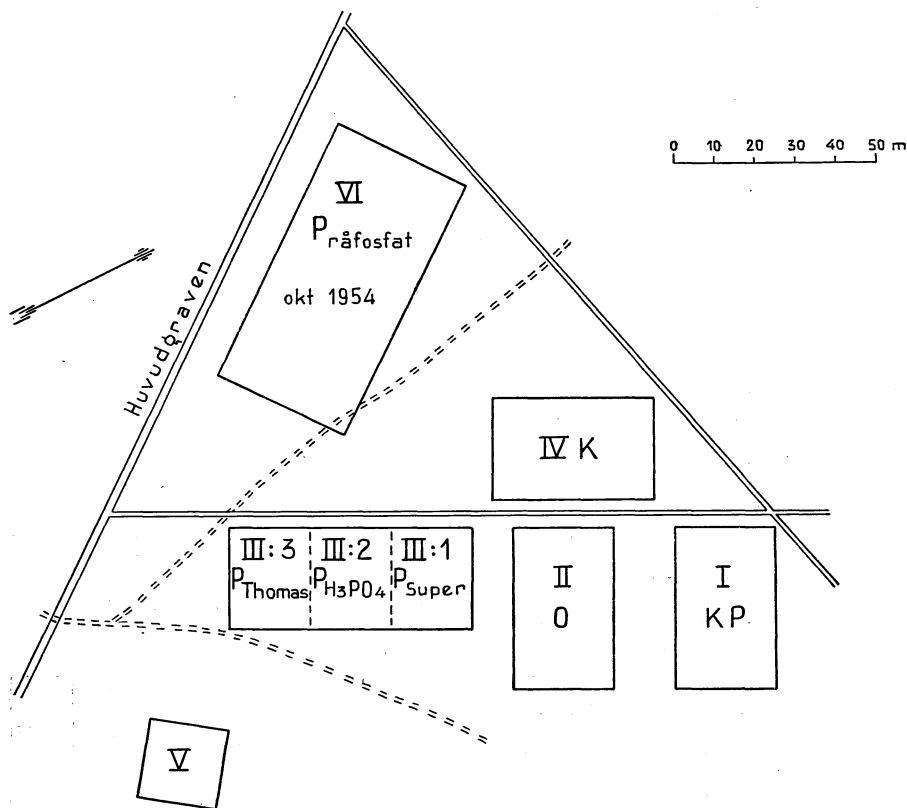


Fig. 4. Plan över gödslingsförsöket på Kyrkebymossen.
Plan of the experiment at Kyrkebymossen.

Kyrkebymossen ligger. Detaljplaneringen av det här beskrivna försöket överlät professor Malmström åt mig. Ändamålet med försöket har varit att ta reda på *dels om sjukdomssymptomen kunde hävas genom tillförsel av växtnäringsämnen*, i första hand fosfor eller kalium, *dels om det kunde finnas möjligheter att använda koncentrationen av något av dessa växtnäringsämnen i blad eller barr som indikator på brist på ämnet i fråga.*

Den för gödslingsförsöket utvalda lokalen ligger ungefär mitt emellan Films kyrka och den sex kilometer norr därom belägna gården Vika, vilken i sin tur ligger i södra kanten av det egentliga Floran-området. Före torrläggningen torde — trots namnet — den del av Kyrkebymossen där försöket ligger ha utgjort slåttermyr, möjligen med inslag av mosseartade tuvor med ljung och martallar här och var. Sannolikt var den dåvarande myrvegetationen av ungefär samma slag som den fortfarande är inom stora delar av Floran, d. v. s. ett blött starrkärr, fläckvis med ett inslag av utpräglade kalkväxter (*Carex lepidocarpa*, *Schoenus ferrugineus*, åtskilliga orkidéarter, m. fl.). Enligt uppgift av fil. mag. Tord Ingmar fördjupades åren 1892—94 ett redan tidigare befintligt men grunt dike på den s. k. huvudgravens plats (fig. 4), väl närmast i avsikt att dränera de lågt liggande markerna kring gården Södervika, något mer än en kilometer norr om försöksområdet. Som följd av denna partiella dränering, kanske också på grund av minskad slåtter började en viss trädväxt infinna sig (Malmström 1953). En åldersbestämning på ett antal borkkärnor från tallar på försöksytorna gav sålunda medelåldern 56 år. Siffran bör dock icke betraktas som någon noggrannt bestämd ålder; en del tallar kan ha funnits på tuvor på den odikade slåttermyn, medan andra kan vara betydligt yngre än 56 år. De övriga diken som nu finns kring försöksområdet (fig. 4; ytterligare diken finns utanför det karterade området i norr och öster) skall ha tagits upp på 1920- och 1930-talen (Malmström 1953). Försöksområdet är numera väl torrlagt. Rena sumpväxter förekommer också endast sparsamt (se växtlistan sid. 13), och vitmossor saknas nästan helt. Närmare Södervika samt på andra sidan huvudgraven finns det alltjämt områden som över-svämmas om våarna.

I synnerhet efter utvidgningen av dikessystemet tycks det ha kommit in en riklig och till en början växtlig självföryngring av framför allt björk. Numera uppvisar beståndet som redan nämnts våra sjukdomssymptom, som därtill är jämnt utbredda över hela försöksområdet och över stora arealer i närheten. Något längre österut, nära fastmarken, försvinner emellertid symptomen, och beståndet utgöres av en mycket växtlig granskog. Ett stycke väster om huvudgraven ligger en högmosse, bevuxen med martallar samt i randpartierna enstaka granar. Dessa granar är visserligen mycket oväxtliga, men företer i allmänhet icke de här beskrivna sjukdomssymptomen.

Tabell 2. Torvanalyser av tre prov (a, b och c) från yta V på Kyrkebymossen, samt medeltal på 36 analyser från odikade delar av Floran-området (enligt Malmström).

Analyses of three peat samples (a, b, c) from plot No. V at Kyrkebymossen, and the averages of 36 analyses from the large, undrained peat land Floran N. of the experimental area.

Provdjup Depth of Sample cm	pH	Procent av torrvikten Per Cent of Dry Weight				
		N	Aska Ash	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅
0—5 a	4,4	2,80	5,76	1,66	0,08	0,21
b	4,4	3,02	7,47	2,15	0,08	0,23
c	4,3	3,08	6,17	2,18	0,06	0,20
5—10 a	4,1	3,20	5,09	1,60	0,02	0,16
b	4,5	3,13	7,20	2,55	0,02	0,16
c	4,5	3,32	6,25	2,46	0,02	0,15
10—15 a	4,3	3,11	4,00	1,67	0,01	0,11
b	4,8	2,92	6,49	3,13	0,01	0,12
c	4,9	2,95	5,74	2,81	0,01	0,13
15—20 a	4,5	3,05	4,33	2,03	0,01	0,13
b	5,0	2,87	6,50	3,32	0,01	0,11
c	5,1	2,78	4,99	2,58	0,01	0,11
Medeltal av 36 analyser från Floran Average of 36 analyses from Floran	5,7	2,41	—	2,18	0,05	0,03

Torven på försökslokalen är oftast men ej genomgående höghumifierad. Torvdjupet är överallt större än två meter. Den kemiska sammansättningen av några torvprover, insamlade av professor Malmström på yta V (fig. 4) återges med välvilligt tillstånd av professor Malmström i tab. 2. Kvävehalter och kalciumhalter är genomgående höga, medan fosfor- och i synnerhet kaliumhalterna är låga (siffrorna avser i samtliga fall totala halten). Det förefaller som om den allra största delen av ståndortens kaliumförråd befann sig i de översta fem centimetrarna av torven, vilka ju årligen mottar ett tillskott av bl. a. kalium genom förnatillförseln. I tabell 2 meddelas också medelvärden av 36 analyser från odikade delar av Floran-området, sammanställda av Malmström (1953), men utförda av H. Hjertstedt på Sv. Vall- och Mosskultur-föreningens laboratorium för »Lövestabruk-Florans torrlägningsföretag 1945». Halterna av kväve, kalk och kalium är ungefär desamma inom Floran som inom försöksområdet, medan fosforvärdena ej är jämförbara på grund av skillnader i bestämningsmetoder. pH är tydligt högre inom det odikade området; det torde vara en normal utveckling i ett måttligt kalkrikt kärr att surhetsgraden ökar efter torrläggningen.

Vegetationen inom försöksområdet är tämligen trivial, åtminstone i jämförelse med den inom Floran-området. En växtlista, välvilligt ställd till förfogande av professor Malmström meddelas nedan. Liksom torvproverna i tab. 2 gäller den yta V strax söder om de här behandlade försöksytorna, men i övrigt av samma beskaffenhet som dessa. Listan kan möjligen vara något ofullständig på grund av den sena årstid vid vilken den upprättades, men ger ändå en god uppfattning om vegetationen inom försöksområdet.

Växtlista för yta V (se fig. 4) på Films Kyrkebymosse, upprättad den 3 december 1953 av Carl Malmström (frekvensbeteckningar med femgradig skala $e < t < s < r < y$).

Träd r—y		<i>Festuca rubra</i>	e
<i>Betula pubescens</i>	r+	<i>Luzula pilosa</i>	e
<i>Picea abies</i>	s	<i>Melampyrum pratense</i>	e
<i>Pinus silvestris</i>	e	<i>Potentilla erecta</i>	e
		<i>Pyrola sp.</i>	e
Buskar e		<i>Trichophorum alpinum</i>	e
		<i>Trientalis europaea</i>	e
<i>Juniperus communis</i>	e		
<i>Myrica gale</i>	e		
<i>Rhamnus frangula</i>	e	Mossor s—r	
		<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	e
Ris e+		<i>Dicranum scoparium</i>	e
		» <i>undulatum</i>	e
<i>Andromeda polifolia</i>	e	<i>Hylocomium splendens</i>	s
<i>Calluna vulgaris</i>	e+	<i>Pleurozium Schreberi</i>	e
<i>Empetrum nigrum</i>	e	<i>Polytrichum gracile</i>	e
<i>Ledum palustre</i>	e	» <i>juniperinum</i>	t
<i>Vaccinium myrtillus</i>	e	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	e
» <i>oxycoccus</i>	e	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	e
» <i>uliginosum</i>	e		
» <i>vitis idaea</i>	e		
		Lavar e	
Gräs och örter r—y		<i>Cladonia cenotea</i>	
<i>Agrostis tenuis</i>	r	» <i>cornuta</i>	
<i>Comarum palustre</i>	e	» <i>deformis</i>	
<i>Deschampsia caespitosa</i>	e	» <i>fimbriata</i>	
<i>Dryopteris spinulosa</i>	e	» <i>squamosa</i>	
<i>Festuca ovina</i>	e	» <i>sylvatica</i>	

Beståndets egenskaper redovisas i tab. 3. Som synes är de tre första ytorna, »KP», »0» och »P» (om den sistnämnda tages som en enhet) mycket jämna ifråga om trädhöjd, medan björkarna inom yta »K» är något lägre. Denna yta är också något luckig (se fig. 5), medan ytan »KP» är den tätaste. Björken är överallt huvudträdsdrag; närmast kommer i kubikmassa tallen. Granarna förekommer mest som underväxt (fig. 5).

Tabell 3. Beståndet på försöksytorna på Kyrkebymossen enligt uppskattning i juli 1955.

Tree stand in the experimental plots at Kyrkebymossen, as measured in July, 1955.

Försök 881 Parcell Nr Experi- ment No. 881 Plot No.	Trädslag Tree Species 1 = tall Pine 2 = gran Spruce 3 = björk Birch	Bestånd efter gallring i juli 1955 (> 4,5 cm diameter vid bröst höjd) Standing Trees July, 1955 (> 4.5 cm Diameter at 1.3 m Above Ground)						Totalproduktion Total Yield per ha	
		Medel- diameter Mean Diameter cm	Medel- höjd Mean Height m	Övre höjd Height of Dominant Trees m	Stam- antal Number of Stems	Grund- yta Basal Area m ²	Kubik- massa Volume m ³	Grund- yta Basal Area m ²	Kubik- massa Volume m ³
					per ha				
I. »KP»	1 + 2	11,8	10,1		498	5,47	27,2		
	3	10,8	10,2	12,5	1 475	13,40	62,9	21,38	98,8
II. »O»	1 + 2	12,7	10,4		346	4,36	22,0		
	3	10,1	10,0	12,2	1 601	12,75	58,9	19,81	91,5
III: 1	1 + 2	11,8	9,4		279	3,05	14,4		
»P ^{Super} »	3	9,8	9,4	12,0	1 436	10,90	47,8	17,04	74,8
III: 2	1 + 2	12,8	9,4		218	2,80	13,3		
»P _{H₂PO₄} »	3	11,0	10,3	13,1	951	9,07	42,4	15,14	68,4
III: 3	1 + 2	11,8	10,1		239	2,61	13,1		
»P ^{Thomas} »	3	10,2	9,9	12,2	1 753	14,37	65,8	21,36	96,4
IV. »K»	1 + 2	12,2	10,0		381	4,43	21,7		
	3	10,0	9,1	11,0	1 394	11,03	46,7	18,15	77,9

Gödslingsförsöket

Gödslingsförsöket lades ut den 2—3 december 1953 enligt planen på fig. 4. Gödselgivorna anges i nedanstående uppställning. Såväl fosfor- som kalium-gödselgivorna innehöll omkring 100 kg/ha av respektive element.

Gödselmedel	Gödselgiva i kg/ha på yta					
	I	II	III: 1	III: 2	III: 3	IV
Kaliumsulfat (ca 43 % K)....	240	—	—	—	—	240
Superfosfat (ca 8,5 % P).....	1 200	—	1 200	—	—	—
Ortofosforsyra (27 % P).....	—	—	—	354	—	—
Thomasfosfat (ca 7,2 % P)....	—	—	—	—	1 400	—

Eftersom i litteraturen beskrivna symptom på kaliumbrist på barrträd (Heiberg & White 1951) och särskilt på granplantor (Björkman 1953) icke stämde särskilt väl med symptomen på Salsta och Kyrkebymossen, trodde jag vid denna tidpunkt att det här rörde sig om antingen fosforbrist eller kombinerad fosfor- och kaliumbrist. På grund härav ansågs det lämpligt att utnyttja lokalen för ett jämförande försök med olika fosforgödselmedel, vilket ur andra synpunkter var önskvärt. Utom en ren kaliumyta och en kombinerad kalium- och fosforyta lade jag därför ut tre mindre ytor med olika fosforgödselmedel, vilka tillsammans alltså utgjorde fosforytan, eller försöksledet »utan kalium», om man betraktar försöket som ett förenklat minusförsök. Yta V gödslades av professor Malmström med thomasfosfat och kaliumsulfat, men i

högre givor än inom övriga ytor. Senare har en större yta (VI) gödslats med råfosfat; det är meningen att senare behandla olika delar av denna yta på olika sätt. Som kaliumgödselmedel användes s. k. 50 %-igt kaliumsulfat från Elsass. Fosforgödselmedlet på ytan »KP» (och en av fosforytorna) var superfosfat; dessutom användes på var sin yta thomasfosfat och kemiskt ren ortofosforsyra. Kaliumsulfat, superfosfat och thomasfosfat ströddes för hand ut på försöksytorna, sedan dessa först med skördegarn rutats in i mindre remsor. Till varje sådan småyta vägdes eller mättes motsvarande saltkvantitet upp i en hink. Fosforsyran späddes med vatten ur huvudgraven och vattnades sedan ut med vattenkanna.

Redan på eftersommaren 1954, tre kvarts år efter behandlingen, kunde en effekt av gödslingsåtgärderna på beståndet iakttagas: på de bägge ytor som hade gödslats med kaliumsulfat (»KP» och »K») hade alla eller praktiskt taget alla granar antagit en friskt grön färg, även på de äldre barråtgångarna. Färgskillnaden följde parcellgränserna nästan knivskarpt, vilket torde sammanhånga med att granarnas rotsystem är små på denna lokal. Även tallar och björkar såg friskare ut på dessa ytor. Någon skillnad mellan ytorna »K» och »KP» som kunde sammanhånga med superfosfattillförseln kunde ej observeras; jämförelsen försvårades dock av att »KP» ytan från början var något bättre. På de olika fosforytorna kunde ingen som helst förbättring iakttagas. Tvärtom verkade träden snarare sjukare inom dessa ytor än där ingen behandling alls utförts. Så gott som samtliga björkar inom fosforytorna visade sålunda des förut omtalade symptomet med gula eller bruna bladkanter (i svårare fall bortdöende av kantpartierna, medan detta symptom endast uppträdde här och var på nollytan. En viss förstärkning av gulbarrigheten hos gran och tall tycktes också föreligga.

På eftersommaren 1955 var de kaliumgödslade ytornas granar fortfarande mörkgröna (fig. 5) och hade allmänt ökat sin höjdtillväxt, som tidigare i regel varit obetydlig (tab. 4). Tallar och björkar såg också betydligt växtligare ut än före gödningen. På fosforytorna såg granarna ut ungefär som på nollytan, möjligen något sämre. Björkarnas bristsymptom hade gått tillbaka något, men träden såg lika oväxtliga ut. Flera av tallarna var döda eller döende; detta måste sättas i samband med fosforgödningen, eftersom någon mera allmän tr addedöd icke förekom utanför fosforytorna.

På hösten 1955 uppmättes granarnas toppskott inom vissa delar av försöksparcellerna (utvalda för att i möjligaste mån vara representativa för resp. parceller). Resultaten av dessa mätningar återges i tab. 4.

Som synes av tabellen har höjdtillväxten ökat markant på ytorna »K» och »KP». Den senare ytan är bäst, men skillnaden mot ytan »K» är troligen icke statistiskt säkerställd på det föreliggande materialet. I och för sig är det dock troligt att en sådan skillnad förr eller senare skall uppträda, eftersom lokalen

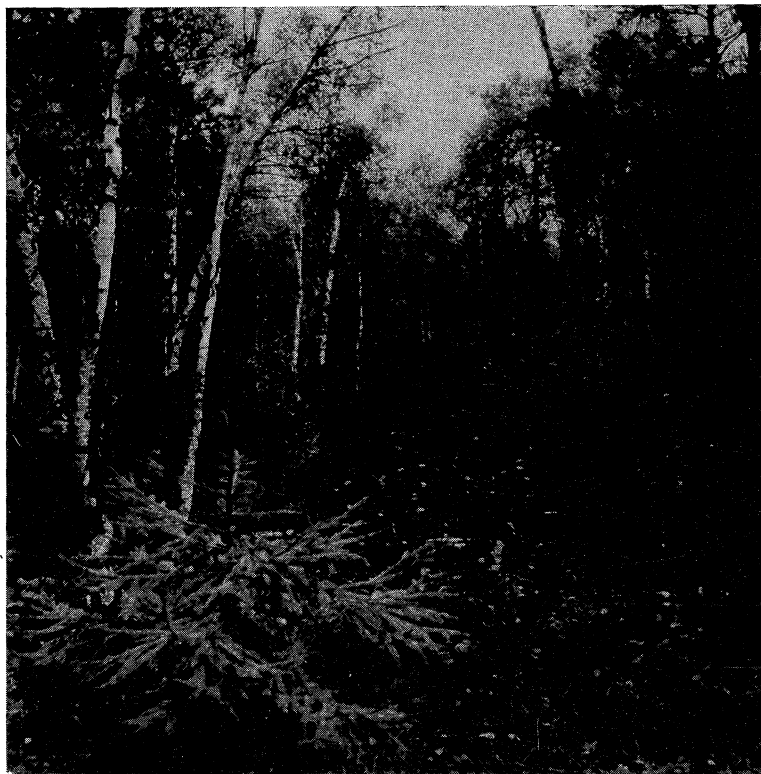


Fig. 5. Den sämsta delen av försöksområdet på Kyrkebymossen, i förgrunden med en liten starkt klorotisk gran, i bakgrunden med tillfrisknande granar på yta »K».

The poorest part of the experimental area at Kyrkebymossen, with a small, strongly chlorotic spruce in the foreground. In the background, plot »K» with recovering spruces.

Foto förf. 26.9.1955.

måste anses som fosforfattig. På fosforytorna går tillväxten i det närmaste parallellt med den på nollytan; den skärpning av bristsymptomen som följde på den ensidiga fosforgödslingen har således icke följts av någon påtaglig nedsättning av tillväxten (för granens del). Det förtjänar också att påpekas, att det möjligen föreligger en svag positiv gödslingseffekt av kalium redan på 1954 års toppskott, vilket i så fall tyder på att toppskottets längd icke enbart bestämmes av tillväxtförhållandena året innan (jfr Hesselman 1904). Sannolikt kommer det genomsnittliga utslaget för kaliumtillförseln att stiga ytterligare, eftersom toppskotten hos många granar befunnit sig i så dålig kondition, att de ej omedelbart kunnat öka sin tillväxt nämnvärt; sådana granar har i stället ökat tillväxten på sidoskotten betydligt. Många av de reagerande granarna hade emellertid redan 1955 flera decimeter långa topp-

Tabell 4. Höjd och höjdtillväxt hos granarna inom försöksytorna på Kyrkebymossen enligt mätningar hösten 1955.

Height and height growth of the spruces on the experimental plots at Kyrkebymossen, as measured in the autumn of 1955.

Försöksyta Plot No.	Under- sökt yta Area In- vestigated m ²	Antal granar Number of Spruces			Medelhöjd våren 1953 Mean Height in the Spring of 1953 cm	Höjdtillväxt, medeltal Average Top Growth cm		
		Mätta Measured	Topp- skadade Tops Damaged	> 3 m		1953	1954	1955
I »KP».....	250	33	7	7	87	3,0	5,0	12,3
II' »0».....	250	48	18	2	87	3,5	4,2	4,8
II'' »0».....	250	60	6	6	62	2,0	2,8	4,9
II (Summa).....	500	108	24	8	74	2,7	3,4	4,8
III: 1 »P ^{Super} »	100	13	4	—	55	1,6	2,2	4,0
III: 2 »P _{H₃PO₄} »	100	17	1	—	82	2,5	3,2	4,0
III: 3 »P ^{Thomas} »	100	35	3	6	100	2,4	2,8	4,3
III (Summa).....	300	65	8	6	87	2,3	2,8	4,2
IV »K».....	250	60	9	4	62	2,7	5,2	10,6

skott (upp till 40 cm), vilket nog får anses som relativt tillfredsställande med tanke på den delvis rätt täta björkskärmen.

Blad- och barranalysundersökningar

I tab. 5 framlägges resultaten av kemisk analys av björkblad insamlade från försöksparcellerna i augusti 1954 och 1955, av tallbarr insamlade i oktober 1954, samt av granbarr insamlade i slutet av september 1955. Den senare tidpunkten är egentligen väl tidig för insamling av barrprover (Tamm 1955), men proverna går under alla förhållanden att jämföra inbördes, och några alltför detaljerade jämförelser med material från andra håll kan ändå icke göras, eftersom Kyrkebymossgranarna utgjorde underväxt i ett björkbestånd, och således var utsatta för andra ljusförhållanden än fritt växande granar.

Det framgår av tab. 5 att kvävehalterna visserligen varierar något mellan olika försöksytor, men i varje fall hos barrträden tycks det icke föreligga något samband mellan kvävehalter och tillväxt; granbarren har t. ex. praktiskt taget samma kvävehalt på nollytan som på de bägge kaliumgödslade ytorna. Fosforhalterna är för alla tre trädslagen starkt beroende av fosfortillförseln. Björkbladen på superfosfatytan innehöll sommaren 1954 1,14 % P, ett enormt högt värde. Även fosforsyra och thomasfosfat höjde bladens fosforhalter kraftigt. På nollytan var fosforhalterna bägge åren något lägre än på ytan »K» (i björkblad, barren visade motsatt förhållande). Enligt tidigare försöksresultat

Tabell 5. Innehållet av växtnäringssämnen i procent av torrvikten i björkblad, fjolårsbarr av tall och i årsbarr av gran från försöksytorna på Kyrkebymossen.

Nutrient content in per cent of the dry weight in leaf and needle samples from the experimental plots at Kyrkebymossen.

Provbeskrivning Description of Sample	Provtag- ningsdatum Date of Sampling	Försöksyta Plot No.					
		I »KP»	II »O»	III: 1 »PSuper»	III: 2 »P _{H4} PO ₃ »	III: 3 »P _{Thomas} »	IV »K»
		N %					
Björkblad	26.8.1954	2,45	2,29	2,25	2,12	2,12	2,52
Birch leaves	17.8.1955	2,48	2,31	2,50	2,11	2,22	2,62
Fjolårsbarr av tall	7.10.1954	1,79	2,08	2,26	1,74	1,74	1,76
1½-year-old pine needles							
Årsbarr av gran	26.9.1955	1,44	1,44	1,50	1,45	1,63	1,46
Current spruce needles							
		P %					
Björkblad	26.8.1954	0,86	0,106	1,14	0,77	0,55	0,117
Birch leaves	17.8.1955	0,33	0,090	0,61	0,42	0,48	0,095
Tallbarr	7.10.1954	0,179	0,114	0,184	0,175	0,161	0,098
Pine needles							
Granbarr	26.9.1955	0,264	0,128	0,205	0,221	0,242	0,118
Spruce needles							
		K %					
Björkblad	26.8.1954	0,92	0,34	0,33	0,29	0,28	0,64
Birch leaves	17.8.1955	0,94	0,36	0,40	0,34	0,41	0,81
Tallbarr	7.10.1955	0,46	0,31	0,28	0,25	0,28	0,44
Pine needles							
Granbarr	26.9.1955	0,62	0,30	0,20	0,19	0,30	0,67
Spruce needles							
		Ca %					
Björkblad	26.8.1954	1,48	1,20	1,54	1,38	1,22	1,21
Birch leaves	18.7.1955	1,20	0,88	1,38	1,24	1,50	0,90
Tallbarr	7.10.1954	0,64	0,62	0,52	0,38	0,44	0,45
Pine needles							
Granbarr	26.9.1955	0,28	0,22	0,18	0,20	0,21	0,29
Spruce needles							
		Mg %					
Björkblad	26.8.1954	0,30	0,28	0,35	0,36	—	0,24
Birch leaves							
		Mn %					
Björkblad	26.8.1954	0,24	0,16	0,32	0,30	0,24	0,19
Birch leaves							
		Fe %					
Björkblad	26.8.1954	0,008	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Birch leaves							
		S %					
Björkblad	26.8.1954	0,15	0,14	—	—	—	0,16
Birch leaves							

(Tamm 1956 tab. VIII) skulle man förmoda en viss fosforbrist åtminstone för björkens del på ytorna »O» och »K». Beträffande tallen är det påfallande att den superfosfatgiva som höjde björkbladens fosforhalt till 1,14 % P endast förmådde höja tallbarrens halter till 0,184 %. Det förefaller som om fosfor-

halten i tallbarr endast varierar inom ganska snäva gränser (jfr Tamm 1956). Vad granbarrens fosforhalter beträffar, finns det ingenting som tyder på att någon akut fosforbrist skulle råda ens på ytan »K», där granbarren innehåller minst av detta ämne (jfr Tamm 1956 tab. VIII).

De viktigaste upplysningarna i tab. 5 gäller givetvis kaliumhalterna. På nollytan håller sig dessa omkring 0,3 % K i årsbarr av gran och i fjolårsbarr av tall, medan björkbladen innehåller obetydligt mera, 0,35 %. Dessa halter och givetvis även de ännu lägre halter som förekommer i tab. 1 och 5, måste anses indicera kaliumbrist. På de ensidigt fosforgödslade ytorna är kaliumhalterna genomsnittligt *lägre* än på nollytan, vilket står i god samklang med de förstärkta bristsymptomen på dessa ytor. De bägge kaliumgödslade ytorna har väsentligt högre kaliumhalter hos samtliga trädslag. Skillnaden är minst hos tallen, men i varje fall för björkens och granens del kan det konstateras, att den använda kaliumgivan helt har avhjälpt kaliumbristen, åtminstone tills vidare. Kaliumhalterna är lika höga som i många växtliga fastmarksbestånd. För björkens del kan man jämföra kaliumhalterna i bladen den första och andra sommaren efter gödslingen. Det visar sig då att på »KP»-ytan är halten praktiskt taget densamma de bägge åren, medan den på »K»-ytan stigit från 0,64 till 0,81. Det föreligger även en granbarranalys från »K»-ytan hösten 1954, ehuru delvis från andra träd än dem som fick lämna prov 1955; halten 1954 var 0,72 % K, alltså obetydligt högre än 1955.

Som framgår av tab. 5 har björkbladen från försöksparcellerna analyserats på en hel del andra växtnäringsämnen än de tre nu diskuterade. Det kan tilläggas att fru Birgitta Kubat på institutets laboratorium försöksvis analyserat årsbarr av gran från nollytan, och fjolårsbarr av tall från samma yta (prov 15 och 20 i tab. 1) på koppar och zink polarografiskt. Halterna var 2 och 5 ppm Cu i respektive granbarr och tallbarr, samt 23 och 30 ppm Zn; dessa halter är relativt låga i jämförelse med prov från en del andra lokaler, men vi vet ingenting om deras relation till respektive bristnivåer.

Några särskilt anmärkningsvärda resultat har knappast heller framkommit vid björkbladanalyserna på kalcium, magnesium, mangan och järn. Halterna av de tre förstnämnda ämnena får betraktas som tämligen höga, medan järnhalterna över huvud taget synes variera tämligen litet inom prov från naturliga bestånd. Nollytan och »K»-ytan har i allmänhet de lägsta halterna av kalcium, magnesium och mangan, men det är ej säkert att skillnaderna har något med gödslingen att göra. Superfosfat såväl som thomasfosfat innehåller emellertid stora mängder kalcium, som dels kan tas upp direkt, dels höja markvätskans koncentration av andra näringsämnen genom jonutbyte. Beträffande svavelanalyserna finns det ännu knappast något jämförelsematerial från andra lokaler; gödslingen med sulfat (K_2SO_4 och gips i superfosfat) tycks icke ha påverkat bladhalterna i någon avgörande utsträckning.

Diskussion

Det framgår klart av försöksresultaten att sjukdomssymptomen på granarna, tallarna och björkarna på Kyrkebymossen orsakades av höggradig kaliumbrist. Ensidig tillförsel av fosforhaltiga gödselmedel hade ingen gynnsam verkan, snarare tvärtom; detta gällde oberoende av om kalkhaltiga medel (superfosfat och thomasfosfat) eller ett kalkfritt dylikt (fosforsyra) användes. Det använda kaliumsulfatet innehöll utom kalium även växtnäringsämnet svavel, men svavel finns även i superfosfat, som icke hade någon gynnsam verkan, och det kan alltså knappast vara fråga om sva-velbrist.

Enligt välvilligt meddelande av professor Malmström har försöken på Salsta Herrgårdsmosse givit samma resultat som på Kyrkebymossen: gran-klorosen och övriga bristsymptom botas med kaliumsulfat, och det råder således kaliumbrist utanför de gödslade ytorna. Frågan är nu i vad mån gran-klorosen generellt kan förklaras som kaliumbrist. En jämförelse av analys-siffrorna för prover från olika lokaler i tab. 1 visar en mycket stor överens-stämmelse ifråga om kaliumhalterna, som genomgående är låga. Fosforhal-terna är ibland låga hos de sjuka träden, men ibland tämligen höga, såsom i proven 10, 11, 16 och 17, vilka insamlats av jägmästare Rune Nelzén från gamla dikningsmarker med klorotiska granar i nordöstra Uppland. Det torde icke finnas någon anledning att betvivla att kaliumbrist föreligger på dessa lokaler likaväl som på andra likartade. Symptomen har även iakttagits på många andra torvmarker, fast då ofta hos enstaka granar, medan andra granar snarare företett symptom på fosforbrist eller fosfor-kväve-brist (jfr färgbil-derna hos Tamm & Ingestad 1955). Det är känt att många torvmarker framför allt lider brist på fosfor (Malmström 1950, Björkman 1949, Tamm 1954 b); en ensidig fosforgödsling skulle i många fall säkerligen öka tillväxten hos träd eller trädplantor, men med tiden leda till brist på andra näringsämnen. Före-komsten av enstaka granar med kaliumbristsymptom bör uppfattas som ett tecken till att kaliumtillgången är svag, och att en ensidig fosforgödsling sannolikt skulle medföra förvärrad kaliumbrist.

Kaliumbrist på en rad olika barrträd, däribland även *Picea Abies*, har förut beskrivits av Heiberg & White (1951). Man får emellertid konstatera, att kaliumbristsymptomen tydligen kan ta sig något olika uttryck, eftersom dessa författare funnit en allmän kloros, således med även årsbarren gula, vid kaliumbrist. Enligt Heiberg, Stone & White är emellertid klorosen mest utpräglad hos de äldre barren. Dessa träd växte på genom odling utsugna sandjordar i nordöstra Förenta Staterna. Kaliumhalterna i granbarr från dessa lokaler stämmer mycket väl med siffrorna i tab. 1.

Nyligen har van Goor (1956) beskrivit en form av tallkloros (på *Pinus silvestris* och *Pinus nigra* var. *corsicana*) på magra sandmarker i Holland, vilken också visat sig bero på kaliumbrist.

Symptomen på kaliumbehövande granplantor i plantskolor (Björkman 1953) skiljer sig mera från de här beskrivna. I plantskolor blir de unga barren på toppskottet och i grenspetsarna först klorotiska, vilket föranlett benämningen »gulspetsjsjuka», varjämte dessa barr ofta blir rödaktigt anlupna. Denna röda färg saknas helt på Kyrkebymossen, där det ju dessutom är de äldre barren som är klorotiska. Hur denna skillnad i symptombild skall förklaras är för närvarande ej säkert känt. Man kan emellertid peka på vissa ekologiska skillnader mellan de bägge typerna av lokaler: kaliumfattiga torvmarker och plantskolor. I det ena fallet har man att göra med granar som länge lidit av en stor knapphet på kalium, och anpassat sin växtmassa till detta förhållande; kalium är ett lätttrörligt ämne i växten och kommer att koncentreras till de fysiologiskt mest aktiva organen, däribland de unga barren, vilka därför får de lindrigaste symptomen. I det andra fallet har plantan startat med ett visst förråd av kalium, antingen i fröet eller åstadkommet genom kaliumupptagning ur marken (före omskolning, eller före urlakning av kaliumsalterna genom regn eller bevattning). Plantan växte därför till en början fullt normalt, men då dess kaliumupptagning ur marken ej kan hålla takten med tillväxten, inträder relativt plötsligt kaliumbrist, som då först drabbar de organ där kaliumbehovet är störst. Fortsatta undersökningar får visa om detta försök till förklaring är mera än en hypotes.

Det finns också typer av grankloros, som *icke* beror på kaliumbrist. På en bikad Gotlandsmyr (vid Stenstu i Levide socken) uppträder sålunda en kloros på granens årsbarr, vilka är blekgula, medan fjolårsbarr och äldre barr förefaller helt normala till färgen (Tamm & Ingestad 1955). Ingestad (opubl.) har kunnat visa att detta symptom beror på manganbrist. Även på andra håll har kloros hos årsbarr iakttagits, vilken troligen beror på brist på mangan eller möjligen någon annan tungmetall (t. ex. järn).

Ett intressant spørsmål rör orsakerna till torvens låga kaliumhalt på Kyrkebymossen liksom även på Herrgårdsmossen. Bägge lokalerna har tidigare varit slåttermysrar, och bortförandet av myrhöet måste ha inneburit förluster av bl. a. kalium. På ogödslad högmoss innehåller den levande vegetationen visserligen icke så stora mängder kalium (ca 2 kg/ha i *Eriophorum vaginatum* i ett fall beskrivet i Tamm 1954 b), men de växtsamhällen som varit utnyttjade för myrslätter torde ha varit avsevärt mycket produktivare. Enligt Lundblad (1952) innehöll höskörden från ytor på Gisselås försöksgård som ej på länge kaliumgödslats och därför led av stark kaliumbrist, omkring 6 kg K/ha och år. Under tidernas lopp skulle kaliumförluster av denna storleksordning innebära en betydande utarmning på en lokal där torven är så kaliumfattig som

på Kyrkebymossen. Man får emellertid tänka sig att så länge som Kyrkebymossen var odikad, inträffade ofta översvämningar med vatten som åtminstone delvis kom från omgivande fastmarker och därför innehöll en hel del mineralämnen (Malmström 1950 jfr även Malmer & Sjörs 1955 sid. 64). Det är därför möjligt att en viss jämvikt rådde mellan tillförsel och bortförande av kalium på den odikade slättermyren, vilket emellertid innebar att något nämnvärt kaliumförråd icke kunde byggas upp i torven. Givetvis kan kaliumfattig torv mycket väl bildas även utan myrslätter, om tillskotten av kalium med fastmarksvatten är små eller obefintliga.

Synpunkter på gödsling av skog på kaliumfattiga torvmarker

De slående förbättringarna av beståndets tillstånd på de kaliumgödslade ytorna på Kyrkebymossen ger givetvis anledning till frågan: Är det ekonomiskt möjligt att omvandla stagnerande bestånd av detta slag till produktiv skogsmark genom gödsling? För närvarande kan frågan ej tillfredsställande besvaras, men några synpunkter kan dock diskuteras.

För det första får man givetvis göra klart för sig vad som skall uppnås med en gödsling. Björkbeståndet på Kyrkebymossen torde icke kunna ge någon större avkastning i pengar, även om träden tillfrisknade och började växa; därtill är deras stamform för dålig (fig. 5). En gödsling får i stället betraktas som ett led i en omvandling av beståndet till granskog, och härför erforderliga kostnader måste tas med i beräkningen. Förutsättningarna för gödsling är annorlunda och gynnsammare där man redan har ett granbestånd i produktiv eller snart produktiv ålder, där träden lider av kaliumbrist.

Den viktigaste frågan är emellertid hur länge effekten av en engångsgödsling kvarstår. Resultaten från försöket på Kyrkebymossen ger oss inga säkra upplysningar härvidlag. Möjligen kan den omständigheten att kaliumhalterna i björkbladen icke sjunkit från den första till den andra sommaren efter gödslingen anses tyda på att någon omedelbar fara icke föreligger för att gödslingsverkan skall avta. De enda skogliga torvgödslingsförsök som är tillräckligt gamla för att kunna ge upplysningar om varaktigheten av näringstillförseln torde vara de försök som Wilhelm Ålund anlade på Södra och Norra Hällmyren vid Robertsfors, och som har beskrivits av Malmström (1935, 1952). Ett självsått björkbestånd på en yta som 1918 gödslades med 3,3 ton träaska per ha växte mycket bra i ungefär 25 år, men har sedan påtagligt stagnerat. En annan yta gödslades med 12,5 ton träaska per ha år 1926, och där är tillväxten ännu god. 3,3 ton träaska innehåller omkring 50 kg kalium och 30 kg fosfor (Malmström 1935). Torven på Hällmyrarna var liksom på Kyrkebymossen fattig på fosfor och kalium; dessutom var den surare och innehöll mindre kväve

och kalcium. Mycket tyder på att minimifaktorn på Hällmyrarna i första hand är fosfor (Björkman 1941, 1949, Tamm 1951), och det är möjligt att en fosforgödsling är mera varaktig än en kaliumgödsling; urlakningen av fosfor ur marken är nämligen mycket mindre än av kalium. Det kan dessutom nämnas att t. o. m. inom den kraftigt gödslade ytan på Norra Hällmyren observerades hösten 1955 hos enstaka undertryckta granar symptom liknande dem på Kyrkebymossen. Man vet emellertid icke hur jämnt träaskan ursprungligen spreds över försöksytan, och uppträdandet av grankloros är därför icke något bevis på att gödselverkan håller på att ta slut.

Ett försök att tillämpa erfarenheterna från Hällmyrsförsöken på andra lokaler och bestånd måste alltid bli osäkra. Man torde dock kunna säga, att mycket talar för att verkningstiden för en kaliumgödsling med den använda givan, 100 kg K/ha, snarare kommer att över- än understiga ett decennium. Då kaliumgödselmedel är relativt billiga och kan fås i koncentrerad form (vilket har stor betydelse för spridningskostnaden) skulle det sannolikt löna sig bra att gödsla med kalisalt, om en giva på ett eller ett par hundra kg K/ha kunde möjliggöra för ett granbestånd att på normal tid växa ut till massaveddimensioner. Om bristsymptomen därefter återkomme, vore det sannolikt lättare att förnya gödslingen i ett bestånd som ger regelbunden avkastning än det skulle ha varit att redan från början gödsla för hela omloppstiden.

Tyvärr är det emellertid ytterst tvivelaktigt, om ensidig kaliumgödsling i längden ger tillfredsställande resultat. Vi vet ju att torven på Kyrkebymossen är fosforfattig, och att åtminstone björkbladens fosforhalter tyder på en viss fosforbrist. När det gäller uppodling av torvmarker för jordbruksändamål behövs det nästan alltid en mångsidig gödsling. När det gäller utnyttjandet av torvmarker för skogsväxt har det hittills visserligen icke använts gödsling i praktisk skala i vårt land, men som Malmström (1935 m. fl. arbeten) har betonat, är det på de allra flesta håll gödselmedel med en mångsidig sammansättning (t. ex. träaska) som har gett de bästa resultaten. När man vet att en lokal lider utpräglad brist på ett näringsämne, i detta fall kalium, gäller det givetvis i första hand att avhjälpa denna brist, men klokheten bjuder att de försök som kan komma att läggas ut innefattar försöksled med fosfortillförsel. Måhända räcker det med lägre fosforgivor än i försöket på Kyrkebymossen, där ju bladens fosforhalter steg till abnormt höga värden. Man bör även ha uppmärksamheten riktad på att brist på något spårämne möjligen kan uppstå på ytor som gödslats med kalium och fosfor.

Om det således icke går att för närvarande lämna några allmänna rekommendationer om vad man skall göra med klorotiska bestånd på kaliumfattiga torvmarker, är det dock av intresse att veta att man i Förenta Staterna arbetar med gödsling i praktisk skala till kaliumbehövande skogsbestånd (Heigberg, Stone & White). Det gäller här lätta jordar, som tidigare varit

uppodlade, där kaliumbrist — ibland även magnesiumbrist — uppträder i unga planteringar av barrträd. Man arbetar med givor på omkring 100 kg K/ha och räknar med en verkningstid av fem år eller mera; kalium urlakas ju mycket snabbare ur sandjordar än ur torvjordar.

Den största betydelsen av skogliga gödslingsförsök på lokaler med kaliumbrist torde emellertid icke vara den direkta praktiska tillämpningen i form av gödslingsråd för dylika marker, vilka ju endast förekommer i relativt begränsad omfattning. De erbjuder emellertid utomordentligt värdefulla möjligheter att studera dels betydelsen för skogsproduktionen av kaliumhalten i torven såväl som i blad och barr, dels verkan av tillförsel av kaliumgödselmedel på olika skogsträd. Även om ensidigt kaliumfattiga torvmarker är relativt ovanliga, måste man räkna med att praktiskt inriktade gödslingsåtgärder på torvmarker, som i framtiden kan komma till utförande, i regel måste omfatta även kaliumtillförsel, och det är således av största vikt att fastställa hur denna tillförsel lämpligen bör ske för att träden skall utnyttja den på bästa sätt.

Sammanfattning

Ett försök anlades hösten 1953 med tillförsel av fosfor- och kaliumgödselmedel till ett stagnerande björkbestånd med inblandning av oväxtliga tallar och underväxt av klorotiska granar på en väl dikad kväve- och kalkrik torvmark i Uppland. Försöksresultaten bestod i en snabb färgreaktion på samtliga trädslag, och en tillväxtreaktion, åtminstone på granarna, för kaliumtillförsel, antingen ensamt eller i kombination med superfosfat. Enbart fosfatgödsling verkade däremot närmast skadligt. Grankloros av den här beskrivna typen — alla äldre barråtgångar ljusgröna till gula, medan årsbarren har normal grön färg — kan således uppfattas som symptom på kaliumbrist. Barren från grankvistar med dessa symptom, liksom även tallbarr och björkblad från samma lokaler, innehåller mycket litet kalium, och en analys av barren kan i tveksamma fall ge upplysning huruvida kaliumbrist råder i ett bestånd. Möjligheterna till praktiska gödslingsåtgärder i kaliumbehövande bestånd diskuteras.

Litteraturförteckning

- Björkman, E., 1941. Mykorrhizans utbildning och frekvens hos skogsträd på askgödslade och ogödslade delar av dikad myr. — Meddelanden Statens Skogsförsöksanst. 32: 255—296.
- 1949. The ecological significance of the ectotrophic mycorrhizal association in forest trees. — Svensk Bot. Tidskr. 43: 223—262.
- 1953. Om »granens gulspettssjuka» i plantskolor. (Summary in English.) — Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. 51: 211—229.
- van Goor, C. P., 1956. Kaligebrek als oorzaak van gelepuntziekte van groveden (*Pinus sylvestris*) en corsicaanse den (*Pinus nigra var. corsicana*). (Summary in English.) — Nederlandsch Bosbouw-Tijdschrift. 28 (2): 21—31.

- Heiberg, S. O., Stone, E. L., & White, D. P. Potash and magnesium fertilization of young pine and spruce trees. — Pamphlet published by the College of Forestry, Syracuse 10, N. Y. (1954).
- Heiberg, S. O., & White, D. P., 1951. Potassium deficiency of reforested pine and spruce stands in northern New York. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 15: 369.
- Hesselman, H., 1904. Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarna 1900—1903. (Summary in German). — Meddelanden Statens Skogsförsöksanst. 1: 23—43.
- Lundblad, K., 1952. Gödslings inverkan på vegetation och mark. (Summary in English.) — Statens Jordbruksförsök. Medd. Nr 42: 1—94.
- Malmer, N., & Sjörs, H., 1955. Some determinations of elementary constituents in mire plants and peat. — Bot. Not. 108 (1): 46—80.
- Malmström, C., 1935. Om näringsförhållandenas betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. (Summary in German.) — Medd. Statens skogsförsöksanstalt 28: 571—650.
- 1950. Om torvmarkers nyttiggörande för skogsproduktion. Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr. 1950: 15—26.
- 1952. Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 40 (17): 1—27.
- 1953. Yttrande till Advokatfiskalsämbetet vid Kungl. Maj:ts och Rikets Kammarkollegium angående Lövstabruk-Florans torrlägningsföretag, avgivet den 10 oktober 1953. — (Opublicerat.)
- Tamm, C. O., 1951. Chemical Composition of birch leaves from drained mire, both fertilized with wood ash and unfertilized. — Svensk Bot. Tidskr. 45: 309—319.
- 1953. Growth, yield and nutrition in carpets of a forest moss (*Hylocomium splendens*). — Medd. Statens skogsforskn.-inst. 43 (1): 1—140.
- 1954 a. A study of forest nutrition by means of foliar analysis.—Analyse des Plantes et Problèmes des Engrais minéraux. VIII^e Congrès Int. Bot. I.R.H.O. p. 203—207. Paris.
- 1954 b. Some observations on the nutrient turn-over in a bog community dominated by *Eriophorum vaginatum* L. — Oikos 5: 189—194.
- 1955. Studies on forest nutrition. I. Seasonal variation in the nutrient content of conifer needles. (Sammanfattning på svenska.) — Medd. Statens skogsforskn.-inst. 45 (5): 1—34.
- 1956. Studier över skogens näringsförhållanden. III. Försök med tillförsel av växt-näringsämnen till ett skogsbestånd på mager sandmark. (Summary in English.) — Medd. Statens skogsforskn.-inst. 45 (3): 1—84.
- Tamm, C. O. & Ingestad, T., 1955. Symptom på näringsbrist hos skogsträd. Några exempel. — Växtnäringsnytt 11 (5): 82—83.

Summary

Studies on Forest Nutrition

IV. The Effects of Supply of Potassium and Phosphorus to a Poor Stand on Drained Peat

In the study of forest growth on drained peat land chlorosis has often been observed in Norway spruce growing on peat rich in lime. This chlorosis only affects needles older than the current ones, which have a normal dark green colour. (In early summer the current needles also are a lighter shade of green.) Fig. 1 shows a birch stand with an undergrowth of chlorotic spruces, and Fig. 2 shows a typical branch from a strongly chlorotic spruce. A colour picture has been published elsewhere (Tamm & Ingestad 1955). The growth is also affected, and also Scots pine and birch (*Betula pubescens*) grow less well in most of the habitats studied than might be expected on well drained fen peat. Pine needles are often yellowish, and birch leaves yellowish or brownish along the margins (Fig. 3), although these symptoms are less characteristic than those of the spruces.

Chemical analyses of needles and leaves with the described symptoms showed low contents of potassium and phosphorus, but high nitrogen and calcium contents (Table 1; for comparison, see Tamm 1954). On the suggestion of Professor C. Malmström, who first observed the chlorosis, the present writer laid out a fertilizer experiment in the autumn of 1953 in an area, Kyrkebymossen, Parish of Film, Province of Uppland, in central Sweden, where the spruces suffered from severe chlorosis over a large area. The birch stand was also very poor (Fig. 5), and the same was true of the pines growing in the area. Peat composition and vegetation of plot V (see plan, Fig. 4) are described in Table 2 and on p. 13, respectively. The different plots were very similar with regard to vegetation and stand; the stand is described in Table 3, and the design of the experiment in Fig. 4.

The stand grew up after a first draining in 1892—94, and a second and more thorough one in the Twenties and Thirties. Before draining much of the area was used for hay-making. At first the young stand seems to have grown well; now it appears almost checked.

The fertilizers used were superphosphate (plots I and III: 1), ortophosphoric acid (plot III: 2), basic slag (plot III: 3), and so-called 50 per cent potassium sulphate from Alsace (plots I and IV). Each dressing contained approximately 100 kg/ha of either phosphorus or potassium. The phosphoric acid was watered out, diluted with water, and the other fertilizers were spread out dry.

Already in the first summer after treatment a strong change in colour was observed on plots "K" and "KP". Here the spruces were no longer chlorotic, and also the pines and birches appeared more healthy. The addition of phosphate fertilizers (plots "P_{Super}", "P_{H₃PO₄}", and "P_{Thomas}") had no positive effect; indeed the deficiency symptoms were stronger than outside the fertilized area. In 1955 the growth increased notably in the spruces of plots "K" and "KP" (Table 4); the increase was somewhat larger in plot "KP" than in plot "K", but the difference is probably not statistically significant. The growth on the "P" plots was similar to that in the control plot.

The results so far reported show that the chlorosis of the spruces at Kyrkeby-

mossen described here is caused by potassium deficiency. The same result was obtained by Malmström in an experiment at Salsta (personal communication). Needles from some other sites with similar chlorosis (Table 1) also contain very little potassium, and it seems clear that these habitats suffer from potassium deficiency. The differences between the symptoms described here and those reported by Heiberg & White (1951) and Björkman (1953) must be explained by differences in soil conditions, tree species, and tree ages. Chlorosis in pine due to potassium deficiency has also been reported by van Goor (1956).

Chlorosis in spruce, however, may have other causes than potassium deficiency; Ingestad (personal communication) has studied a chlorosis in current needles only, which was caused by manganese deficiency.

The low potassium concentration in foliage of spruce, pine and birch from unfertilized plots, or phosphorus fertilized plots, at Kyrkebymossen must be considered as within the deficiency range. The application of potassium sulphate has increased the potassium level in all three species to quite normal values (Table 5). In birch the phosphorus additions (particularly as superphosphate) have resulted in extremely high phosphorus concentrations in the leaves in the first summer after treatment. At the same time the potassium percentages decreased somewhat on the "P" plots, which is in good agreement with the observation that the visual symptoms worsened there.

Although it seems well possible to convert a very poor stand, suffering from potassium deficiency, into a healthy one by application of potassium salts, such treatment cannot be recommended for practical purposes on a large scale, before we know how long the effect will last. It is also very possible that an addition of potassium will result in a phosphorus deficiency after a shorter or longer period of good growth.